Höcherl & Hackl GmbH
Industriestr. 13
94357 Konzell
Germany
SN:

Tel.: (+49) 9963 94301-0
Fax: (+49) 9963 94301-84
eMail: support@hoecherl-hackl.com
Internet: http://www.hoecherl-hackl.com
Handbuch-Version: PL(II) 06 10-17D

Höcherl & Hackl GmbH
Elektronische Last PL1512 Standard Rev.1
Bedienungsanleitung

Inhalt

1 Allgemeine Hinweise 3
1.1 Elektrische Sicherheit 3
1.2 Gewährleistung 4
1.3 Wartung und Reinigung 5
1.4 Kalibrierintervall 6
1.5 Betriebsbedingungen 6
1.6 Erklärung der am Gerät verwendeten Symbole 7
1.7 Mitgeliefertes Zubehör 8

2 Technische Daten 9

3 Bedienung 12
3.1 Bedienelemente 12
3.2 Anschlüsse an der Rückwand 13
3.3 Netzanschluss 14
3.4 Anschluss des Prüflings 15
3.5 Isolationsspannungen der Geräteanschlüsse 16
3.6 Systembus-Eingang 18

4 Betriebsbereich 18

5 Betriebsarten und Lasteinstellung 19
5.1 Strombetrieb 19
5.2 Widerstandsbetrieb 20
5.3 Dynamischer Betrieb 20
5.4 Laststromeinstellung über Analog-Signal 22
5.5 Batterieprüfung 22
5.6 Spannungsbetrieb mit Hilfe der Batterieprüffunkion 23
5.7 Belastung bis zum Kurzschluss 24

6 Belastung ein- und ausschalten 25

7 Master-Slave- Betrieb 25

8 Analog I/O Stecker 27
8.1 Signale und Funktionen 27
8.2 Zulässige Pegel 28
8.3 Steckerbelegung 29
8.4 Analoge Messsignale 30

8.5 Externe Lastzuschaltung 33
8.6 Statussignal für Überlast 33

9 Schutzeinrichtungen und Überlastanzeige 34

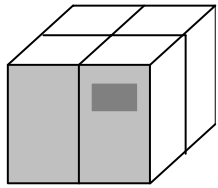
10 Belastung bis zum Kurzschluss 36

11 19"- Einbau 38

12 Problembehebung 39
12.1 Stabilitätsprobleme 39
12.2 Einkopplungen durch stromführende Leitungen 39
12.3 Verzerrter Stromanstieg im dynamischen Betrieb 40
12.4 Messen der Stromanstiegsgeschwindigkeit 40
12.5 Verzerrte Analog-Messsignale 40

Declaration of Conformity 42

1 Allgemeine Hinweise



Nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigung und lose Teile im Inneren überprüft werden.

Das Gerät darf dann nicht in Betrieb genommen werden!

Sollte ein Transportschaden feststellbar sein, so ist das unverzüglich dem Spediteur mitzuteilen, wenn möglich auf dem Frachtbrief zu vermerken und vom Spediteur gegenzeichnen zu lassen.

Beachten Sie bitte, dass eine Reklamation, die später als drei Tage nach dem Empfang der Sendung gemacht wird, vom Spediteur meist nicht mehr anerkannt wird.

Informieren Sie auch unverzüglich den Lieferanten des Gerätes.

1.1 Elektrische Sicherheit

Das Geräte ist gemäß DIN EN61010 Teil 1 (Schutzmaßnahmen für elektronische Messgeräte und Regler) hergestellt und geprüft.

Entsprechend der Schutzklasse 1 sind alle berührbaren Gehäuseteile mit dem Schutzleiter verbunden. Der Betrieb der Geräte darf nur an vorschriftsmäßigen, funktionierenden Schutzkontaktsystemen erfolgen.

Das Auftrennen der Schutzkontaktverbindung am Netzkabel oder innerhalb des Gerätes ist unzulässig!

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb zu sichern.

Dieser Fall kann eintreten wenn:

- das Gerät sichtbare mechanische Beschädigungen aufweist
- wenn sich im Gerät lose Teile befinden
- Rauchentwicklung feststellbar ist
- das Gerät überhitzt wurde
- Flüssigkeiten in das Gerät eingetreten sind

Vor dem Öffnen des Gehäuses muss das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein.

Überprüfung bei ge-öffnetem Gehäuse, Reparaturen oder Abgleicharbeiten dürfen nur von einer Fachkraft durchgeführt werden, die mit den Sicherheitsvorschriften vertraut ist.

Das Gerät darf nicht unbeaufsichtigt betrieben werden.

Bei Geräten, die es erlauben, mit berührungs-gefährlichen Spannungen zu arbeiten, ist der Berührungsschutz durch Abdecken der Eingangsklemmen oder durch entsprechenden Einbau in andere Gehäuse, Schränke etc. zu gewährleisten.

1.2 Gewährleistung

Die Geräte werden vor Auslieferung einer umfangreichen Qualitätskontrolle sowie einem 8-stündigen Dauerbetrieb unter Volllast unterzogen. Dadurch werden Frühausfälle rechtzeitig erkannt. Dennoch ist es möglich, dass ein Bauteil erst später ausfällt.

Höcherl & Hackl gewährt deshalb eine 24-monatige Funktions-Gewährleistung. Voraussetzung ist, dass keine Veränderungen am Gerät vorgenommen wuden und der Fehler beim bestimmungsgemäßen Einsatz des Gerätes aufgetreten ist.

Mängel werden durch Reparatur oder Austausch behoben, wenn Sie Höcherl & Hackl oder einer Vertretung innerhalb 24 Monaten nach Datum des Lieferscheines mitgeteilt und anerkannt werden.

Bei Beschädigung des Gerätes durch Überschreiten der technischen Daten besteht kein Gewährleistungsanspruch, dazu zählt insbesondere das Überschreiten der maximal zulässigen Eingangsspannung.

Ein Ersatz der Überspannungsschutzdioden sowie Schäden, die durch Falschpolung entstanden sind, sind grundsätzlich kein Gewährleistungsfall!

Die Gewährleistung schließt Verschleißteile und Verbrauchsmaterial wie Sicherungen, Relais, Schütze und Luftfilter aus.

Transportschäden sind ebenfalls vom Gewährleistungsanspruch ausgeschlossen.

Der Ort der Gewährleistung ist 94357 Konzell. Der Käufer ist verpflichtet, die bemängelte Ware mit genauer Beschreibung der festgestellten Mängel frachtfrei zu übersenden. Für Rückfragen bitte auch Ansprechpartner und Telefonnummer angeben.

Bei Durchführung der Gewährleistung am Ort des Kunden werden die Kosten für An- und Abfahrt in Rechnung gestellt. Für die Übersendung per Spedition oder Paketdienst wird empfohlen, die Originalverpackung zu verwenden. Geräte ab einer Größe von 6HE sollten auf einer Palette befestigt werden.
Vom Versand per Post wird abgeraten!

Ist die Originalverpackung nicht mehr vorhanden, so kann sie bei *Höcherl & Hackl* zum Selbstkostenpreis angefordert werden. Bitte dazu den genauen Gerätetyp angeben.

Unfreie Sendungen werden nicht angenommen!

H&H Service:

Innerhalb der Gewährleistungsfrist:

H&H Gewährleistung:
- Material und Arbeitszeit werden nicht berechnet
- Die Instandsetzung erfolgt bei H&H
- Die Versandkosten zu H&H sind vom Besteller zu tragen.
- Die Kosten für den Rückversand übernimmt H&H

Gewährleistung vor Ort:
- Material und anfallende Arbeitszeit vor Ort werden nicht berechnet.
- Die Kosten für An- und Rückreise, gefahrene km und gegebenenfalls Übernachtung werden in Rechnung gestellt

Nach Ablauf der Gewährleistungsfrist:

H&H Instandsetzung:
- Material und Arbeitszeit werden berechnet
- Die Instandsetzung erfolgt bei H&H
- Die Versandkosten zu H&H und der Rückversand sind vom Besteller zu tragen.

Instandsetzung vor Ort:
- Material und Arbeitszeit für die Instandsetzung werden berechnet.
- Die Kosten für An- und Rückreise, gefahrene km und gegebenenfalls Übernachtung werden in Rechnung gestellt.

1.3 Wartung und Reinigung

Zur Wartung der Geräte ist es wichtig, die Kühlwege regelmäßig zu reinigen, da sich durch die starke Zwangsbelüftung Staub auf den Kühlschienen und Lüftern ablagert.

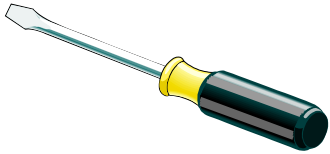
Das macht sich dadurch bemerkbar, dass das Gerät nicht mehr seine Nennleistung aufnehmen kann und möglicherweise häufiger eine Übertemperaturabschaltung erfolgt.

Vor dem Reinigen ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und von allen Spannungen zu trennen!
Die Reinigung kann mit Pressluft erfolgen.
Dann können Gerätedeckel und Boden abgeschraubt werden, damit alle Stellen gut zugänglich sind.

Es sollte auch durch die Rückwand auf die Kühlschienen geblasen werden, da sich insbesondere dort Staub ablagert.

Das Gehäuse darf nur mit einem feuchten Lappen gereinigt werden.
Als Reinigungsmittel eignet sich Wasser.
Bei hartnäckiger Verschmutzung kann ein Glasreiniger verwendet werden.
Beim Reinigen ist unbedingt darauf zu achten, dass keine Flüssigkeit in das Gerät eindringt.

1.4 Kalibrierintervall



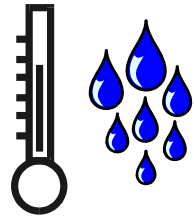
Verschiedene wichtige Eigenschaften der Geräte sollen in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden, wie die Einstellgenauigkeit des Stromes sowie die Genauigkeit der Anzeigen.

Das empfohlene Kalibrierintervall beträgt bei 1 Jahr.

Bei festgestellten Abweichungen, die außerhalb der angegebenen Toleranz liegen, sollte unverzüglich eine Überprüfung und Neukalibrierung des Gerätes erfolgen.

Das Gerät kann dazu zu *Höcherl & Hackl* geschickt werden, wo es zu einem festen Satz überprüft und neu kalibriert wird.

1.5 Betriebsbedingungen



Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebes reicht von +5°C bis +40°C. Während der Lagerung und des Transportes darf die Temperatur zwischen -25°C und +65°C liegen. Während der Lagerung darf keine Kondensation und kein Gefrieren aufgrund von plötzlichen Temperaturwechseln auftreten. Betauung ist unzulässig.

Die maximale Betriebshöhe der Geräte liegt bei 2000m über NN.

Laut DIN EN 61010 liegen bei den Geräten Verschmutzungsgrad 1 und Überspannungskategorie 2 zugrunde.

Die tolerierbare Luftfeuchtigkeit liegt bei 80% bis 31°C, linear abnehmend bis 50% bis 40°C.

Die Geräte sind zum Gebrauch in sauberen trockenen Räumen bestimmt. Sie dürfen nicht bei besonders großem Staubgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden.
Das Gerät ist nur in der vorgegebenen Betriebslage zu benutzen.

Alle Anschlussleitungen des Geräts dürfen eine Gesamtlänge von 3m nicht überschreiten.

Die Lastleitungen sollten miteinander verdrillt werden.
Bei der Benutzung von Senseleitungen sollten diese ebenfalls verdrillt werden.
(NICHT die Lastleitungen mit den Senseleitungen verdrillen!)

Beim Betrieb über die IEEE488-Schnittstelle ist ein qualitativ hochwertiges, gut geschirmtes Buskabel zu verwenden.

Für ausreichende Kühlung ist zu sorgen.
Der Lufteintritt, also die Frontplatte, bzw. der Luftaustritt auf der Rückwand sind freizuhalten, um eine ausreichende Kühlung zu gewährleisten.

Um einen Wärmestau beim Luftaustritt zu vermeiden, ist ein Mindestabstand von 70 cm zwischen Geräterückwand und Mauer oder sonstigen Gegenständen zu halten.

Beim Schrankeinbau ist für einen ungestörten Luftaustritt zu sorgen.

Keinesfalls Gerät bei geschlossener Rücktür betreiben!

Bei Rücktüren mit eingesetztem Luftgitter ist eine Leistungsminderung des Gerätes in Kauf zu nehmen.

Bei erhöhten Umgebungstemperaturen ist das Leistungsderating zu berücksichtigen. (Angabe dazu in den technischen Daten)

1.6 Erklärung der am Gerät verwendeten Symbole

Symbol	Bedeutung
⎓	Gleichstrom (DC)
~	Wechselstrom (AC)
≂	Gleich- oder Wechselstrom
3~	Dreileiter-Wechselstrom (Drehstrom)
⏚	Erdanschluss
⏚	Schutzleiteranschluss
⏚	Masseanschluss
⏚	Äquipotentialanschluss
|	Ein (Energie)
○	Aus (Energie)
▣	durchgängige doppelte oder verstärkte Isolierleitung
⚡	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung
!	Warnung vor einer Gefahrenstelle

1.7 Mitgeliefertes Zubehör

Zu jeder Last der Serie PL wird folgendes Zubehör geliefert:

1 St. Netzkabel
1 St. Bedienungsanleitung
1 St. Qualitätszertifikat
2 St. Schraube M8x25
4 St. Scheibe M8
2 St. Federring M8
2 St. Mutter M8
2 St. Faltenbalg

2 Technische Daten

Elektronische Last Modell PL1512 Standard Rev.1

Grenzwerte:

Dauerbelastbarkeit:	1500W (bei T_U bis 21°C)
Kurzzeitbelastbarkeit:	2700W (Dauer und Höhe abhängig von der Temperatur des Kühlaggregates)
Derating:	-1,2%/°C bei T_U > 21°C
Max. Eingangsspannung:	120V
Min. Eingangsspannung:	1.4 für vollen Nennstrom, lineares Derating gegen 0 V
Max. Laststrom:	80A
Anstiegs- und Abfallzeit:	75µs (10% ... 90% Inenn)

Betriebsarten: Konstant- Strom, Konstant- Widerstand, I/U Betrieb

Einstellbereiche:

Strom:	0 ... 80A
Widerstand:	ab 0.06 Ohm

Einstellgenauigkeit:

Strom:	0.4 % der Einstellung, 0.05 % vom Strombereich
Widerstand:	5 % der Einstellung, 0.5 % vom Strombereich bei 5% bis 100% des Spannungsbereiches
Langzeitstabilität:	besser 0.2 %
Temperaturkoeffizient:	200 ppm/°C

Voreinstellfunktion: Strom, mit direkter Anzeige des Einstellwertes in A

Genauigkeit: 0.2% zuzüglich der Einstellgenauigkeit in der jeweiligen Betriebsart

Dynamische Funktionen:

zwei einstellbare Lastpegel:	0 ... 80A
zwei Einschaltzeiten:	0.5 ms ... 500 ms, ± 10 %, ± 0.2 ms

Analogprogrammierung:

0 ... 10V für:	Stromeinstellung	0 ... 80A
0 ... 5V für:	Stromeinstellung	0 ... 80A

Genauigkeit:

10V:	0.5% der Einstellung ±20mV
5 V:	1.5% der Einstellung ±20mV
Eingangswiderstand:	20kΩ / 10kΩ bei 10V / 5V
Zulässiges Potential:	±2V des GND Steuereingang zu negativem Lasteingang

Messausgänge:

0 ... 10V für	Strom:	80 A
	Spannung:	120 V
	Leistung:	2700 W
	Master:	zur Master- Slave- Verschaltung
	Referenz:	10.5V ±4 %

Genauigkeit:

Strom:	0,3 % der Einst., ±20 mV
Spannung:	0,2 % der Einst., ± 20 mV
Leistung:	5% der Einstellung ±30mV

Parallelschaltung: bis zu 5 Geräte im Master-Slave-Betrieb

Anschlüsse:

Lasteingang:	FK8
Senseeingang:	SUB-D
Eingangswiderstand:	>50kΩ bei ausgeschaltetem Eingang

Kühlung: zweistufige temperaturgesteuerte Lüfterkühlung

Netzanschluss: 115/230V +/-10% 50..60Hz

Netzeingangssicherungen: bei 230V~: 2* TT 0.4A, 5 x 20mm, 250V~ serial
bei 115V~: 2* TT 0.4A, 5 x 20mm, 250V~ parallel

Leistungsaufnahme: 60VA

Mechanik: Abmessung: Breite: 19"" (444mm),
Höhe 2 HE (88.9mm),
Tiefe 390mm

Gewicht: 16kg

Geräusch: 60dBA

Sicherheit, EMV: siehe CE-Konformität

Sicherungen: Leistungsbegrenzung
Strombegrenzung
Überspannungsschutz
Übertemperaturschutz
Transientenschutz
Verpolschutz bis max. Laststrom

Potential der Eingänge: die Eingänge sind erdfrei und dürfen max. 125V gegen das Gehäuse hochgelegt werden.

Programmierung:

Einstellfunktionen:

Strom:	12 Bit	(Auflösung = 80 A / 4096)
Widerstand:	12 Bit	(Auflösung nichtlinear, da 1/x- Funktion)

Messfunktionen:

Strom:	13 Bit	(Auflösung = 80 A / 8192)
Genauigkeit:	± 0,5 %,	±10 LSB, Messrate ca. 100 ms
Spannung:	13 Bit	(Auflösung =120 V / 8192)
Genauigkeit:	± 0,2 %,	±5 LSB, Messrate ca. 100 ms
Leistung:	wird aus	Spannungs- und Strommessung errechnet

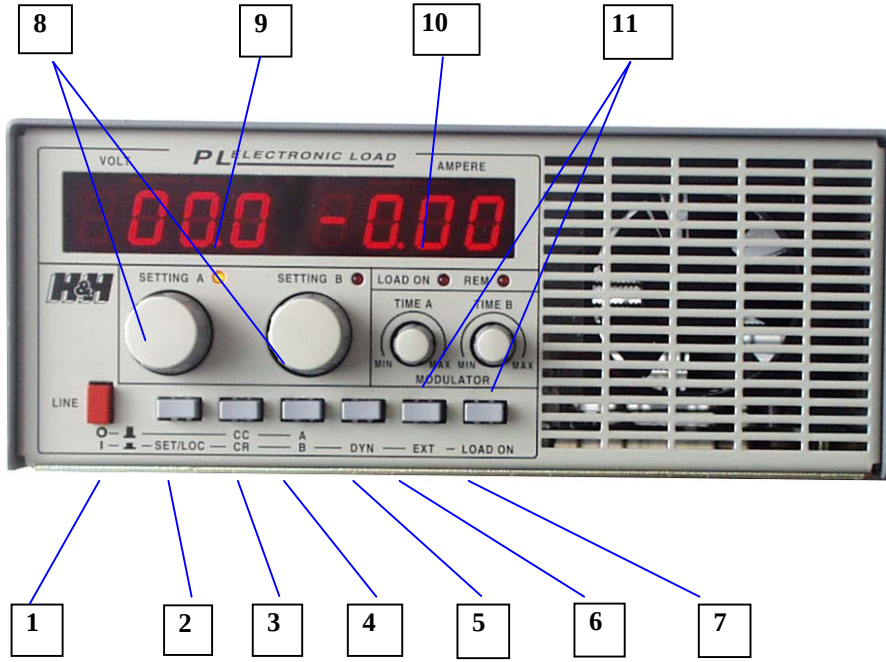
Die angegebenen Genauigkeiten beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von 25°C +/-5°C.

3 Bedienung

3.1 Bedienelemente

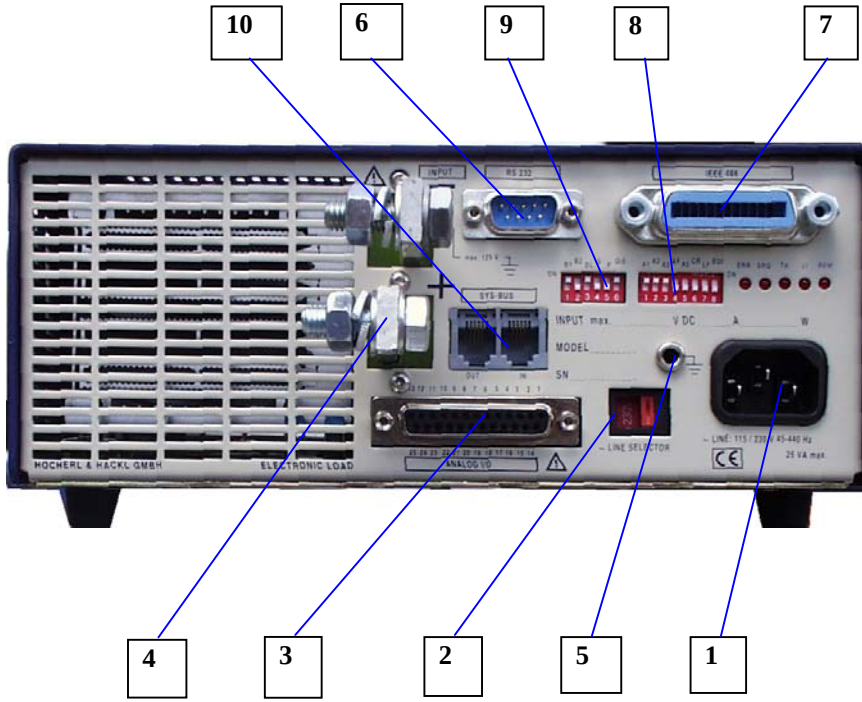
Die Bedienelemente sind bei allen Geräten der Serie PL gleich angeordnet.
Die Frontplatten unterscheiden sich je nach Gerätetyp nur in der Breite.

Frontplatte



1 Netzschalter
2 Taster für Belastungs-Voreinstellung
3 Schalter für Betriebsart R oder I
4 Umschalter für Einstellpotentiometer A oder B
5 Schalter für dynamischen Betrieb
6 Schalter für Lasteinstellung über externes Signal
7 Schalter für Last ein/aus
8 Einstellpotentiometer für Werte A und B
9 Spannungsanzeige
10 Stromanzeige
11 Einstellpotentiometer für Modulatorzeiten A und B

3.2 Anschlüsse an der Rückwand



1 Netzanschluss
2 Netzspannungswahlschalter
3 Analog I/O Stecker
4 Lasteingang PL3XX (bei PL6XX und PL9XX auf gegenüberliegender Seite)
5 Schutzerdeanschluss
6 RS232 Stecker
7 IEEE 488 Stecker
8 IEEE 488 Adressschalter
9 RS 232 Konfigurationsschalter
10 Systembus Stecker

3.3 Netzanschluss

Vor Anschluss des Gerätes an das Netz ist darauf zu achten, dass am Netzspannungswahlschalter eingestellten Wert mit dem Anschlusswert des Netzes übereinstimmt.

Der Netzspannungswahlschalter kann in den Positionen:

115 V oder 230 V

eingestellt werden.

Der zulässige Betriebsbereich beträgt ± 10 % der Netzspannung.

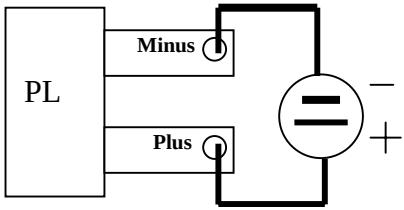
Es ist unbedingt auf einen korrekten Anschluss des Schutzleiters zu achten.
Das Gerät darf ohne angeschlossenen Schutzleiter nicht betrieben werden!

Nach Herstellung des Netzanschlusses wird das Gerät mit dem mit "Power" bezeichneten Tastschalter eingeschaltet. Bei gedrücktem Schalter ist das Gerät eingeschaltet. Nochmaliges Drücken schaltet das Gerät wieder aus.

Aus EMV-technischen Gründen ist es erforderlich, dass das Gerätegehäuse zusätzlich mit einer Anschlussleitung von mindestens 2,5qmm (AWG13) mit der Potentialerde des Gesamtsystems verbunden wird.
Dazu muss die 4mm Buchse in der Geräterückwand verwendet werden.

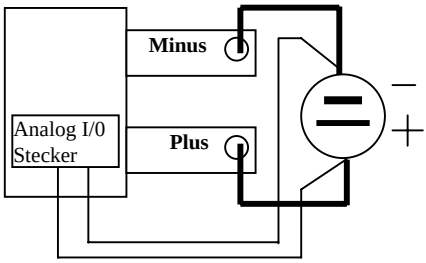
3.4 Anschluss des Prüflings

Je nach Gerätetyp kann der Prüfling über berührungsgeschützte Buchsen, Polklemmen, oder Stromschienen auf der Geräterückseite angeschlossen werden.



Anschluss des Prüflings

Die mit "Input" bezeichneten Klemmen sind dabei die stromführenden Eingänge.
Bei den Geräten bis 120V Nennspannung sind zusätzlich Fühlerleitungen (Sense) zur genauen Spannungsmessung vorhanden.
Diese Fühlerleitungen sind am Analog I/O Stecker vorhanden und müssen mit getrennten Leitungen bis zum Ort der Spannungserfassung geführt werden.



Anschluss des Prüflings mit Sense

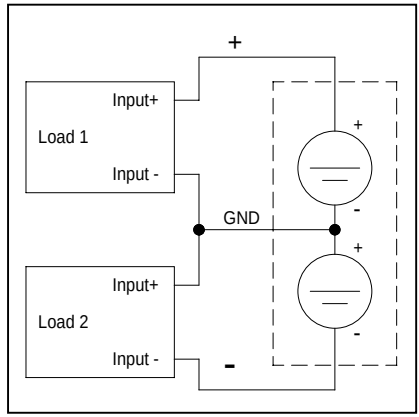
Werden die "Sense" Klemmen nicht beschaltet, so wird die Spannung automatisch an den "Input" Klemmen gemessen.

Die Sense- Leitungen befinden sich am Analog I/0 Stecker an folgenden Pins:

Sense -: Pin 13
Sense +: Pin 24

Weitere Informationen dazu befinden sich im Kapitel über den Analog I/O Stecker.

Anschlussbeispiel mit zwei El. Lasten und mehrpoliger Eingangsspannung:



Beim Anschluss des Prüflings sind folgende Punkte unbedingt zu beachten:

- **Vor Anschluss des Prüflings ist der mit "Input" bezeichnete Geräteeingang auszuschalten (LED LOAD ON muss dunkel sein!)**
- **Unbedingt auf richtige Polarität achten. Falschpolung kann das Gerät zerstören!**
- **Keine höhere Spannung als die max. zulässige Eingangsspannung an die Klemmen legen. Höhere Spannung kann das Gerät zerstören!**
- **Zum Anschluss nur Kabel mit ausreichendem Querschnitt verwenden.**
- **Die Länge der Anschlussleitungen sollte 2 m nicht übersteigen um die Stabilität der Stromregelung nicht zu beeinflussen.**
- **bei Betrieb mit berührungs-gefährlichen Spannungen sind berührbare Teile des Einganges (Kupferschienen, Schrauben Teile des Kabels oder Kabelschuhs) abzudecken oder durch einen entsprechenden Einbau des Gerätes in Schränke etc. gegen unbeabsichtigtes Berühren zu schützen.**

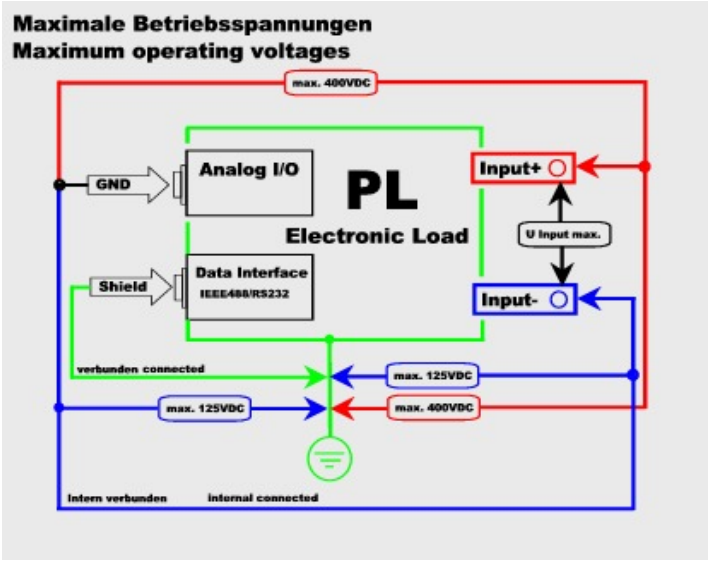
3.5 Isolationsspannungen der Geräteanschlüsse

Beim Anschluss des Prüflings oder bei der Integration der Last in ein Prüfsystem sind folgende Betriebszustände zu beachten.

Sobald die Spannung vom Pluseingang bzw. vom Minuseingang der Last gegenüber Potentialerde höher als 60V ist, muss ein Berührungsschutz für die Lasteingänge angebracht werden

Die Spannung zwischen Plus- und Minuseingang darf auf keinen Fall die maximale Eingangsspannung der Last überschreiten.

Die nachstehenden Zeichnungen zeigen die maximal zulässigen Spannungsverhältnisse an der elektronischen Last. Diese dürfen auf keinen Fall überschritten werden, auch nicht im Fehlerfalle. Beachten Sie auch die Summe der Spannungen bei unterschiedlichen Polaritäten.
Geräte, die auf Grund zu hoher Spannungspotentiale zerstört werden, unterliegen auf keinen Fall der Gewährleistung.

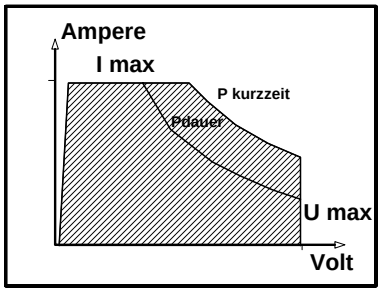


3.6 Systembus-Eingang

Der Systembus-Eingang darf nicht beschaltet werden, wenn das Gerät ein IEEE488-Interface hat.
In diesem Fall versieht H&H den Systembus-Eingang mit einem Blindstecker.

Nähere Informationen über den Systembus finden Sie im Programmierteil.

4 Betriebsbereich



Der Betriebsbereich des Gerätes wird durch die minimale und maximale Betriebsspannung, den maximalen Strom und die maximale Leistungsaufnahme bestimmt.

Spannung:
Die minimale Betriebsspannung liegt bei ca. 1,4V.
Bei verringertem Laststrom können auch Spannungen, die weit darunter liegen, noch belastet werden.

Reicht die Eingangsspannung nicht mehr aus, um die eingestellte Belastung zu regeln, so wird das durch Blinken der Spannungsanzeige signalisiert.

Strom:
Der maximale Einstellbare Laststrom liegt bei ca. 102 % des angegebenen Nennstromes.
Werden im Widerstandsbetrieb Widerstandswerte eingestellt, die bei einer entsprechenden Eingangsspannung höhere Ströme erfordern würden, so wird der Strom begrenzt und dieser Zustand durch Blinken der Stromanzeige signalisiert.

Leistung:
Das Gerät hat zwei Grenzwerte für die Leistungsaufnahme.

a) die Nennbelastbarkeit
b) die Kurzzeitbelastbarkeit

Die Dauerbelastbarkeit kann kontinuierlich vom Gerät aufgenommen werden.
Die Kurzzeitbelastbarkeit kann bis zum 3,3-fachen der Dauerbelastbarkeit betragen.
Die Dauer der Kurzzeitbelastbarkeit hängt von der Höhe der Überlastung und der Temperatur der Leistungsstufe ab.
Aus kaltem Zustand (Kühlertemperatur = 21 °C) kann die 3,3-fache Nennleistung für ca. 5 Sekunden aufgenommen werden.

Bei Überschreiten der zulässigen Leistungsgrenze blinken abwechselnd die Spannungs- und die Stromanzeige.

Bei Schrankeinbau ist durch die behinderte Kühlung mit einer Leistungsminderung zu rechnen.

5 Betriebsarten und Lasteinstellung

Das Gerät kann in den Betriebsarten:

- Strombetrieb C
- Widerstandsbetrieb R

arbeiten.

Die jeweilige Betriebsart wird durch Drücken des C-R Schalters umgestellt.

Bei gedrücktem Schalter ist der R-Betrieb eingestellt.
Bei ungedrücktem Schalter befindet sich das Gerät im Strombetrieb C.

Das Gerät ist mit zwei Einstellpotentiometern SETTING A und SETTING B ausgestattet.

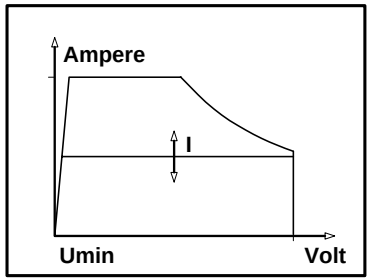
Die Potentiometer sind gleichwertig.
Je nach gewählter Betriebsart wird damit der Laststrom oder der Lastwiderstand eingestellt.
Mit dem Schalter A-B kann zwischen den beiden Potentiometern gewechselt werden.
Bei dynamischem Betrieb nimmt der eingebaute Taktgenerator diese Umschaltung vor.

Die LEDs neben den Potentiometern signalisieren, welches gerade aktiv ist.

Bei dynamischen Prüfungen leuchten die LEDs im Takt des Belastungswechsels.

5.1 Strombetrieb

Der eingestellte Strom ist unabhängig von der Eingangsspannung.
Eine hochpräzise Stromregelung sorgt dafür, daß Eingangsspannungs-änderungen keinen Einfluss auf den Laststrom haben.



Anwendungen:
- Belastungsprüfung von Netzgeräten
- Innenwiderstandsmessung von Spannungsquellen
- Kapazitätsmessung von Batterien und Akkus

Ist die Eingangsspannung zu gering, um die eingestellte Belastung zu regeln, so wird das durch Blinken der Spannungsanzeige signalisiert.

Voreinstellung:
Zur Voreinstellung des Stromes ohne angeschlossenen Prüfling kann die mit "SET/LOC" bezeichnete Taste gedrückt werden.

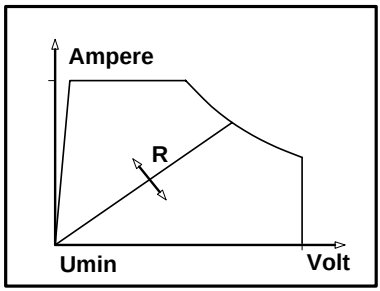
Das Amperemeterdisplay zeigt dann den Strom an, der bei Anschluss des Prüflings fließen wird.
Bei Prüfungen, wo der Prüfling zu Einstellzwecken nicht bereits vorbelastet werden darf, wie z.B. bei der Kapazitätsmessung von Batterien,

können die Lastwerte auf diese Weise voreingestellt werden.
Ist der Prüfling bereits angeschlossen und soll für den Einstellvorgang nicht belastet werden, so muss der Lasteingang "LOAD ON" abgeschaltet werden.

Zur Voreinstellung wird die Taste SET/LOC gedrückt und mit dem gerade gewählten Einstellpotentiometer der gewünschte Sollwert justiert.
Das Amperemeter zeigt dabei den Lastwert an, mit dem der Prüfling nach Einschalten des Einganges beaufschlagt wird.

5.2 Widerstandsbetrieb

Der Strom verhält sich nach dem Ohm'schen Gesetz und ändert sich linear mit der Eingangsspannung.



Anwendungen:
- Ersatz von Hochlastwiderständen
- Messung des U/I-Regelüberganges bei Netzgeräten

Ist die Eingangsspannung zu gering, um die eingestellte Belastung zu regeln, so wird das durch Blinken der Spannungsanzeige signalisiert.

Zur Voreinstellung des Widerstandes muss die zu belastende Spannung an den Eingang gelegt werden.
Wird die mit "Set/Local" bezeichnete Taste gedrückt, so zeigt das Amperemeter denjenigen Strom an, der durch den gerade eingestellten Widerstand fließen würde.
Der eingestellte Widerstand errechnet sich dann aus der Eingangsspannung durch die Stromanzeige.

Voreinstellung:
Zur Voreinstellung des Widerstandes muss die zu belastende Spannung an den Eingang gelegt werden.
Wird die mit "Set/Local" bezeichnete Taste gedrückt, so zeigt das Amperemeter denjenigen Strom an, der durch den gerade eingestellten Widerstand fließen würde.
Der eingestellte Widerstand errechnet sich dann aus der Eingangsspannung durch die Stromanzeige.

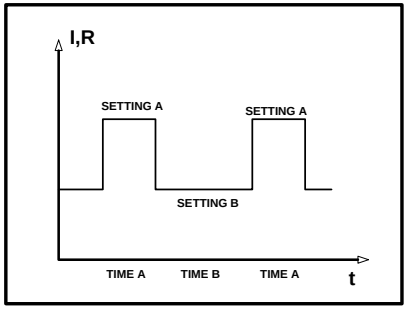
5.3 Dynamischer Betrieb

Dynamische Belastungen können in beiden Betriebsarten C und R durchgeführt werden.

Zum Einschalten einer dynamischen Belastung wird der Schalter "DYN" gedrückt.

Mit den Potentiometern für " SETTING A" und "SETTING B" sind zwei verschiedene Belastungspegel einstellbar.
Die Einschaltdauer für die Lastwerte A und B werden mit den Potentiometern "TIME A" und "TIME B" bestimmt.

Der Einstellbereich liegt bei ca. 0,5 ms bis 500 ms.



Die Anstiegs- und Abfallzeit zwischen den beiden Belastungspegeln erfolgt mit der maximalen Regelgeschwindigkeit des Gerätes.

Steuerung von dynamischen Lastpegeln über externen Takt:

Die Lastpegel können auch durch ein Signal am Analog I/O Stecker umgeschaltet werden.

Dazu sind die beiden Schalter "EXTERN" und "DYN" zu drücken.

Folgende Pins des Analog I/O Steckers sind dazu vorgesehen:

A/B:	Pin 2
Pull Up:	Pin 14

Im unbeschalteten Zustand ist der Einstellwert des Potentiometers für SETTING B aktiviert.

Wird die Leitung A/B auf Pull UP gelegt, so wird der Einstellwert des Potentiometers für SETTING A aktiviert.

Triggerausgang bei dynamischen Lastwechseln:

Zur Triggerung von externen Messgeräten oder zur genauen Zeitmessung über Zähler steht am Analog I/O Stecker ein zum Lastwechsel synchrones Triggersignal zur Verfügung.

Folgende Pins des Analog I/O Steckers sind dazu vorgesehen:

TRG_OUT:	Pin 15
GND_EXT:	Pin 1

Die Leitung TRG_OUT liefert ein Signal mit 0 ... 5 V.

Voreinstellung:
Zur Voreinstellung des Laststromes bzw. des Lastwiderstandes für den dynamischen Betrieb muss die dynamische Funktion abgeschaltet sein.
Die Voreinstellung geschieht wie unter 5.1 und 5.2 beschrieben.
Bei Einschalten der dynamischen Funktion werden die zuvor statisch eingestellten Werte beibehalten.

5.4 Laststromeinstellung über Analog-Signal

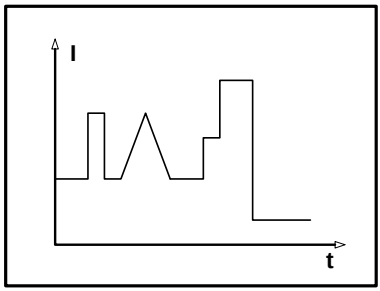
Die Höhe des Laststromes kann über ein externes Analog- Steuersignal eingestellt werden.
Am Analog I/O-Stecker stehen zwei Eingänge für die Pegel

0 ... 5 V für 0 ... Inenn
und 0 ... 10 V für 0 ... Inenn

zur Verfügung.

Eine Steuerung in der Betriebsart Widerstand ist nicht möglich.

Zur Umstellung auf die Steuerung über ein analoges Steuersignal wird der Schalter "EXTERN" gedrückt.
Die Einstellpotentiometer sind dann unwirksam.



Die Laststromeinstellung erfolgt linear mit der Höhe des Steuersignals.
Das Gerät folgt dem Sollwert mit seiner maximalen Regelgeschwindigkeit.

Es kann wahlweise eine Spannung von 0 ... 5V oder 0 ... 10V für das Erreichen des Maximalstromes verwendet werden.

Am Analog I/O Stecker sind folgende Pins für das Steuersignal vorhanden:

EXT+_10 V Pin 18

EXT –_10V Pin 6

EXT+_5V Pin 5
EXT-_5V Pin 19

Beim Anlegen der Steuerspannung ist auf die richtige Polarität zu achten.

Der Eingangswiderstand beträgt:
40 kΩ für den 10V Steuereingang
20 kΩ für den 5V Steuereingang.

Masseführung:

Bei Verwendung der analogen Steuereingänge besteht häufig die Gefahr von GND-Schleifen.

Achten Sie bei der Verwendung der analogen Steuereingänge auf die Masseführung des Steuersignals in Bezug auf den negativen Lasteingang.

Stromfluss über die Lastkabel darf das Potential an den Steuereingängen nicht beeinflussen, sonst besteht die Gefahr von ungenauer Stromeinstellung oder Eigenschwingungen.

Um derartige Probleme zu verringern, ist der Analogsteuereingang als Differenzeingang ausgeführt.
Das – Potential der Steuereingänge darf um ±2 V gegenüber dem Potential des negativen Lasteinganges variieren.

Voreinstellung:
Bei Steuerung des Laststromes über den Analogen Steuereingang des Analog I/O Steckers kann durch Drücken der SET/LOC Taste angezeigt werden, welchen Strom die am Steuereingang angelegte Spannung einstellen wird.

5.5 Batterieprüfung

Zum Prüfen von Batterien und Akkus hat des Gerät eine einstellbare Entladeschlussspannung.
Bei Erreichen der Entladeschlussspannung wird der Entladestrom reduziert. Das Gerät geht in einen Konstant-Spannungsbetrieb über.
Damit wird eine Tiefentladung der Zellen verhindert.

Die Batterieprüffunktion wird durch Verbinden zweier Leitungen des Analog I/O Steckers aktiviert.

Folgende Pins des Analog I/O Steckers sind dazu belegt:

/VMIN:	Pin 17
GND_EXT:	Pin 1

Wird die Leistung /VMIN mit GND_EXT verbunden, so blinkt die Leuchtdiode bei Potentiometer für SETTING A.

An diesem Potentiometer wird die Entladeschlussspannung eingestellt. Am Potentiometer für SETTING B wird der Entladestrom eingestellt.

Eine Batterieentladung kann sowohl im Strom- als auch im Widerstandsbetrieb sowie durch Steuerung über ein externes Analogsteuersignal ausgeführt werden.
Dynamische Belastungen sind dabei nicht möglich.

Voreinstellung:
Zur Voreinstellung der Belastungswerte kann die Voreinstellfunktion, wie unter den Betriebsarten beschrieben, verwendet werden.

Als Einstellhilfe zur Voreinstellung der Entladeschlussspannung kann ein Netzgerät verwendet werden.
Zuerst wird das Potentiometer für die Entladeschlussspannung auf Null (Linksanschlag) gedreht.

Dann wird am Netzgerät die für den Prüfling geforderte Entladeschlussspannung eingestellt.
An der Last wird mit Potentiometer SETTING B der Entladestrom eingestellt.

Anschließend wird Potentiometer SETTING A so weit aufgedreht, bis der Stromfluss abbricht. Durch Hin- und Her-Drehen des Potentiometers an diesem Punkt kann die genaue Entladeschlussspannung ermittelt werden.

Als zweite Möglichkeit, die Entladeschlussspannung voreinzustellen, kann folgende Berechnung angestellt werden.

Einstellwert Ix berechnen:

Ix = (Ue * Inenn) / Unenn

Unenn:	Nennspannung des Gerätes
Inenn:	Nennstrom des Gerätes
Ue:	Entladeschlussspannung
Ix:	einzustellender Strom entsprechend der Entladeschlussspannung

Beispiel:

Gerät:	PL312	
	Inenn:	20 A
	Unenn:	120 V

gewünschte
Entladeschlussspannung: 21 V

Ix = (21 V * 20 A) / 120 V

Ix = 3.5 A

Zur Einstellung zuerst die Batterieentladefunktion abschalten, Taste SET/LOC drücken und am Potentiometer SETTING A den errechneten Wert Ix einstellen.
Dann die Batterieentladefunktion aktivieren.

5.6 Spannungsbetrieb mit Hilfe der Batterieprüffunkion

Mit Hilfe der Batterieprüffunktion kann auch die Betriebsart Konstant-Spannung herbeigeführt werden.

Als Betriebsart ist die **Batterie-prüffunktion** zu aktivieren.
(Siehe Batterieprüfung)

Das Potentiometer für SETTING A wird dazu auf 0 gestellt, um den Betrieb bis zur Minimalspannung des Gerätes zu ermöglichen.

Die Belastung wird mit Potentiometer SETTING B eingestellt.

Das Potentiometer für Setting B wird soweit aufgedreht, bis der Prüfling in die Strombegrenzung geht.
Dadurch, dass die Spannung am Prüfling einbricht, fällt die Eingangsspannung bis zur Minimalspannung des Gerätes.

Nun kann durch Aufdrehen am Potentiometer SETTING A diese Spannung eingestellt werden.
Durch Variieren der Spannung über Potentiometer „SETTING A" können so verschiedene Spannungspunkte eingestellt werden.

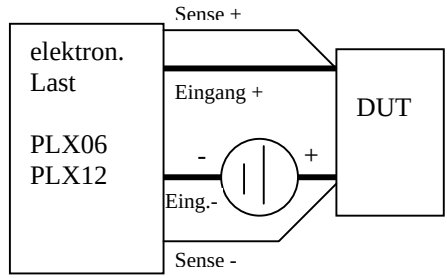
Das Voltmeter zeigt den eingestellten Spannungswert, das Amperemeter den dazu aktuellen Strom.

Wenn die Sense-Klemmen angeschlossen werden, so wird die Spannung an der Stelle geregelt, an der die Sense-Klemmen mit den Ausgangsklemmem des Prüflings verbunden sind.

5.7 Belastung bis zum Kurzschluss

Bei den Geräten mit Sense Anschlüssen (alle 60V- und 120 V Modelle) ist unter Zuhilfenahme einer externen Stromversorgung eine Belastung bis zum völligen Kurzschluss möglich.
Die Stromversorgung muß in der Lage sein, den maximal geforderten Laststrom zu liefern. Die Spannung sollte 2 bis 3 V betragen.
Als Betriebsart ist die Batterieprüf-funktion einzustellen (Punkt 5.5). Potentiometer A muss auf 0 gestellt werden. Mit dem Potentiometer B wird der Laststrom eingestellt.

Die Verschaltung des Netzteiles geschieht folgendermaßen:



Wenn Potentiometer A auf Null steht, wird der Stromfluss bei Erreichen des Kurzschlusses vermindert, und es fließt maximal der Kurzschlussstrom.
Wird Potentiometer B ganz aufgedreht, so kann durch Variieren von Potentiometer A im quasi Spannungsbetrieb bis 0V belastet werden.

6 Belastung ein- und ausschalten

Mit dem mit "LOAD ON" gekennzeichneten Schalter kann die Belastung aus- und eingeschaltet werden.

Bei gedrückter Stellung "On" wird der angeschlossene Prüfling mit der Belastung beaufschlagt, bei ungedrückter Stellung ist der Lasteingang hochohmig geschaltet.

Im abgeschalteten Zustand ist der Eingangswiderstand des Gerätes > 50 kΩ.

Schalten über den externen Steuereingang:

Die Lastzu- und -abschaltung kann auch extern über einen Steuereingang des Analog I/O- Steckers erfolgen.

Dazu ist der Steuereingang "ON_EXT" auf GND zu legen.

Folgenden Pins des Analog I/O Steckers sind dazu belegt:

ON_EXT:	Pin 4
GND_EXT:	Pin 1

Dieser externe Steuereingang ist mit dem Schalter an der Frontplatte mit einer ODER- Funktion verknüpft.
Um die Steuerfunktion ausschließlich über den Steuereingang zu bewirken muss deshalb der Schalter "LOAD ON" ausgeschaltet sein.

7 Master-Slave- Betrieb

Zur Erhöhung der Leistung oder des Stromes können die Lasten der Serie PL im Master-Slave-Verfahren parallelgeschaltet werden.

Eine Serienschaltung zur Erhöhung der Eingangsspannung ist nicht möglich!

Werden nicht zwei gleiche Geräte verwendet, müssen die unterschiedlichen Leistungs- Strom- und Spannungsbereiche beachtet werden.
An den Slavegeräten muss die Betriebsart Konstant-Strom eingestellt sein und das Slavegerät muss zusätzlich auf "EXT" geschaltet werden.

Die Lastklemmen der Geräte müssen an den Prüfling geschaltet werden.
Die Einstellung der Geräte wird am Master- Gerät vorgenommen.

Betriebsart:

Das Master-Gerät steuert die Stromaufnahme der Slave-Geräte und bestimmt auch die Betriebsart.

Befindet sich der Master im Stromberieb, so werden auch alle Slaves im Stromberieb dem Master folgen.
Wird der Master auf Widerstandsbetrieb geschaltet, so steuert er den Strom der Slaves ebenfalls so, als wären diese im Widerstandsbetrieb.

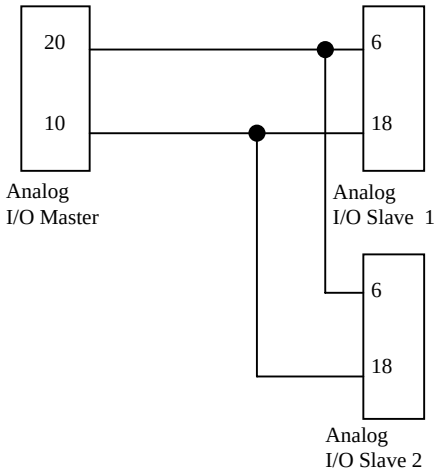
Bei Verwendung von Geräten mit unterschiedlichen Strombereichen oder unterschiedlicher Leistung ist beim Master-Slave-Betrieb zu beachten, dass der Betrieb nur solange möglich ist, solange sich jedes Gerät im zulässigen Betriebsbereich befindet.

Leistungsverteilung:

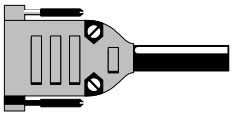
Werden bei Parallelschaltung nur gleiche Geräte verwendet, so trägt auch jedes Gerät den gleichen Stromanteil und die gleiche Leistung.

Werden Geräte mit unterschiedlichen Strombereichen im MS-Verfahren parallelgeschaltet, so übernimmt das Gerät mit dem höheren Strombereich einen entsprechend höheren Anteil am Gesamtstrom.
Bei Parallelschaltung von Geräten mit sehr unterschiedlichen Strombereichen kann deshalb keine nennenswerte Leistungssteigerung mehr erreicht werden.

Die Verschaltung der Geräte muß wie folgt vorgenommen werden:



8 Analog I/O Stecker



Auf der Geräterückseite stellt eine 25-polige Sub-D-Buchsenleiste verschiedene Mess- und Steuerleitungen zur Verfügung. An dieser Buchse können analoge Steuersignale zum Anschluss von wei-teren Messmitteln abgegriffen werden.
Es steht weiterhin ein digitales Signal zur Erkennung einer Überlastung des Gerätes zur Verfügung. Der Geräteeingang kann über diese Buchse geschaltet werden, und es erfolgt auch die Parallelschaltung mehrerer Geräte durch Verbindungen an der Analog-I/O-Buchsenleiste.

Die Eingänge am Analog I/O Stecker dürfen um max. 125V DC gegenüber Erde hochgelegt werden.
Siehe dazu 3.5

Aus Stabilitätsgründen sollten die Anschlussleitungen nicht länger als 2m sein.

8.1 Signale und Funktionen

Analoge Messausgänge:

Signal	Pin	Richtung	Pegel	Funktion
UPROP_E	22	Ausgang	0 ... 10 V	spannungsproportionales Messsignal
IPROP_E	10	Ausgang	0 ... 10 V	stromproportionales Messsignal
PPROP_E	9	Ausgang	0 ... 10 V	leistungsproportionales Messsignal
MASTER	21	Ausgang	0 ... 10 V	Steuersignal zur Parallelschaltung
REF_EXT	8	Ausgang	ca. 10.2 V	Referenzspannung
GNDA_EXT	7 20			GND für analoge Messsignale

Triggerfunktionen:

Signal	Pin	Richtung	Pegel	Funktion
/TRG_IN	3	Eingang	TTL-E	Triggereingang für Interface-Triggerfunktionen
TRG_OUT	15	Ausgang	TTL-A	Triggerausgang bei dynamischen Belastungen
A/B	2	Eingang	TTL-E	Umschalteingang für Lastpotentiometer "SETTING A – B" (High=A)

Senseleitungen:

Signal	Pin	Richtung	Pegel	Funktion
SENSE -	13	Eingang	Eingangs-spannung	Fühlerleitung für Spannungsmessung nur bei 60V- und 120V-Geräten
SENSE +	24	Eingang	Eingangs-spannung	Fühlerleitung für Spannungsmessung nur bei 60V- und 120V-Geräten

Analoge Steuereingänge:

Signal	Pin		Pegel	Funktion
EXT+_5V	5	Eingang	0 ... 5 V	Steuereingang für externes analoges Steuersignal 0 ... 5V
EXT-_5V	19	Eingang		GND zu Steuereingang für externes analoges Steuersignal 0 ... 5V
EXT+_10V	18	Eingang	0 ... 10 V	Steuereingang für externes analoges Steuersignal 0 ... 10V
EXT-_10V	6	Eingang		GND zu Steuereingang für externes analoges Steuersignal 0 ... 10V

Digitale Steuereingänge:

Signal	Pin	Richtung	Pegel	Funktion
/ON_EXT	4	Eingang	TTL-E	Steuereingang für externe Lastzuschaltung
/VMIN	17	Eingang	TTL-E	Umschalteingang für Batterieprüffunktion
GND_EXT	1			Ground für digitale Steuersignale

Digitale Steuersignale

Signal	Pin	Richtung	Pegel	Funktion
STAT_OL	16	Ausgang	OC	Statusausgang für Überlastanzeige

Eingebauter Pull- Up Widerstand

Signal	Pin	Richtung	Pegel	Funktion
/PULL_UP	14		5V	Pull Up Widerstand 2,2 kΩ

Nicht belegte Pins

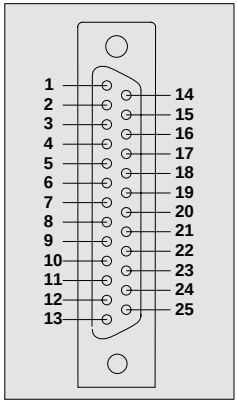
Pin	Funktion
11	Nicht belegt
12	Nicht belegt

Pin	Funktion
23	Nicht belegt
25	Nicht belegt

8.2 Zulässige Pegel

Pegel	Beschreibung	Grenzwerte:
OC	Offener Kollektor	max. 30 V DC 100 mA
TTL-A	TTL Ausgang	0 ... 5 V (interner Pull Up ca. 8 kΩ)
TTL-E	TTL Eingang	Pegel für Aktiv High: 3 V ... 30 V DC

8.3 Steckerbelegung



Achtung!

Niemals einen Pin des Analog I/O Steckers mit dem -Input oder +Input des Gerätes verbinden!

Das Gerät kann dadurch beschädigt werden.

8.4 Analoge Messsignale

Spannungsproportionales Messsignal "UPROP_E"

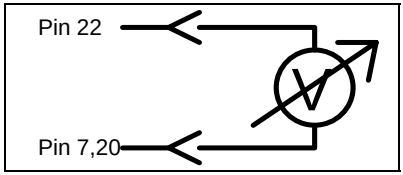
Das Messsignal "UPROP_E" liefert eine Analogspannung, die proportional zur Höhe der angelegten Eingangsspannung verläuft.

Es liefert 0....10V für eine Eingangsspannung von 0 ... Unenn des Gerätes.

Angaben über Genauigkeit befinden sich im technischen Datenblatt.

Das Messsignal bezieht sich immer auf die Nenneingangsspannung des Gerätes.

Das spannungsproportionale Messsignal "Uprop" steht an Pin 22 des Steckers zur Verfügung und wird gegen "GNDA_EXT" Pin 7 oder Pin 20 des Steckers gemessen.



Der Messausgang kann mit minimal 1kΩ belastet werden.

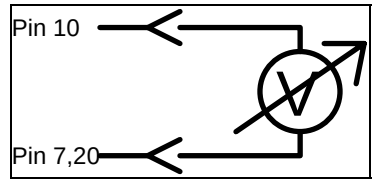
Stromproportionales Messsignal "IPROP_E"

Das Messsignal "IPROP_E" liefert eine Analogspannung, die proportional zur Höhe des fließenden Laststromes verläuft.

Es liefert 0....10V für einen Laststrom von 0.... Inenn des Gerätes.

Angaben über Genauigkeit befinden sich im technischen Datenblatt.

Das stromproportionale Messsignal "IPROP" steht an Pin 10 des Steckers zur Verfügung und wird gegen "GNDA" Pin 7 oder Pin 20 des Steckers gemessen.



Der Messausgang kann mit minimal 1 kΩ belastet werden.

Leistungsproportionales Messsignal "PPROP_E"

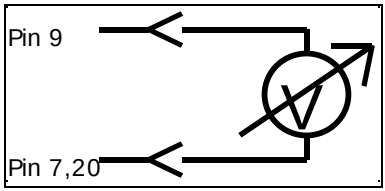
Das Messsignal "PRPOP_E" liefert eine Analogspannung, die proportional zur Höhe der aufgenommenen Leistung verläuft.

Es liefert 0....10V für eine Leistungsaufnahme von 0....PMAX des Gerätes.

PMAX ist die kurzzeitige Leistungsaufnahme der Geräte.

Angaben über Genauigkeit befinden sich im technischen Datenblatt.

Das leistungsproportionale Messsignal "Pprop" steht an Pin 9 des Steckers zur Verfügung und wird gegen "GNDA" Pin 7 oder Pin 20 des Steckers gemessen.



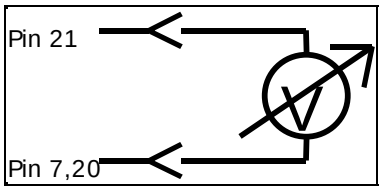
Der Messausgang kann mit minimal 1 kΩ belastet werden.

Master- Ausgang "MASTER"

Das Messsignal "MASTER" liefert eine Analogspannung, mit welcher der eingestellte Strom-Sollwert eingestellt werden kann.
Es dient als Steuersignal zum Master-Slave Betrieb von mehreren Geräten.
Es liefert 0....10V für einen Strombereich von 0 ... Imax des Gerätes.

Das Mastersignal "MASTER" steht an Pin 21des Steckers zur Verfügung und wird gegen "GNDA" Pin 7 oder Pin 20 des Steckers gemessen.

Wird der Geräteeingang „LOAD ON" abgeschaltet, so liefert das Master-Signal eine negative Spannung von ca. –12V und veranlasst die angeschlossenen Slaves, den Strom ebenfalls abzuschalten.



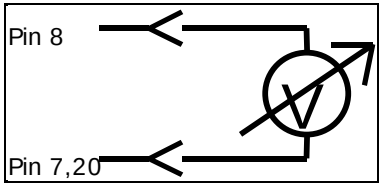
Der Ausgang kann mit minimal 1kΩ belastet werden.

Referenz-Ausgang "REF_EXT"

Das Messsignal "REF_EXT" liefert eine stabile Referenzspannung von ca. 10.2V.

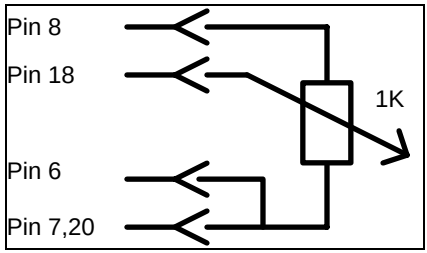
Diese Spannung kann für externe Zwecke verwendet werden um z.B. eine Fernsteuerung über ein externes Potentiometer zu realisieren.

Die Referenz "REF_EXT" steht an Pin 8 des Steckers zur Verfügung und wird gegen "GNDA" Pin 7 oder Pin 20 des Steckers gemessen.



Der Ausgang kann mit minimal 1 kΩ belastet werden.

Beispiel der Fernsteuerung über externes Potentiometer:

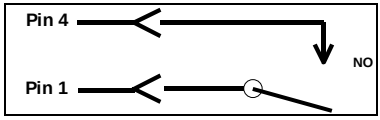


8.5 Externe Lastzuschaltung

Die Lastzu- und -abschaltung kann auch extern über einen Steuereingang des Analog I/O- Steckers erfolgen.

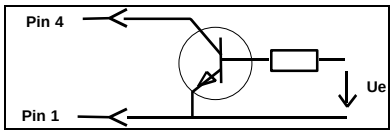
Dazu ist der Steuereingang "ON_EXT" auf GND zu legen.
Dieser externe Steuereingang ist mit dem Schalter an der Frontplatte mit einer ODER- Funktion verknüpft.
Um die Steuerfunktion ausschließlich über den Steuereingang zu bewirken, muß deshalb der Schalter "LOAD ON" ausgeschaltet sein.
Das Schalten des Lasteinganges kann auf verschiedene Weise geschehen:

a) durch den Schließer eines externen Relais (SPS etc.)



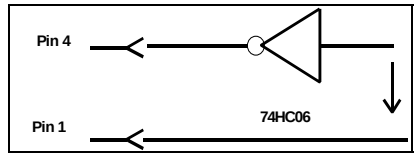
Bei geschlossenem Relais- oder Schalterkontakt wird der Lasteingang eingeschaltet.

b) durch eingeschalteten Transistor



Ist die Steuerspannung Ue so groß, dass der Transistor einschaltet, so wird auch der Lasteingang eingeschaltet.

c) durch einen Logikausgang mit aktiv Low



Bei einem Low-Pegel am Eingang des Gatters wir der Lasteingang eingeschaltet.

8.6 Statussignal für Überlast

Am Analog I/O-Stecker steht ein Ausgang mit offenen Kollektor zur Verfügung (Pin 16). Sollte ein TTL Signal erzeugt werden so kann der Ausgang mit dem eingebauten Pull Up Widerstand (Pin 14) verbunden werden.

Bei Überlast geht dann das Signal auf HIGH, solange eine der folgenden Schutzeinrichtungen aktiviert ist:

Übertemperaturschutz	OTP
Leistungsbegrenzung	OPP
Strombegrenzung	OCP
Überspannungsschutz	OVP

9 Schutzeinrichtungen und Überlastanzeige

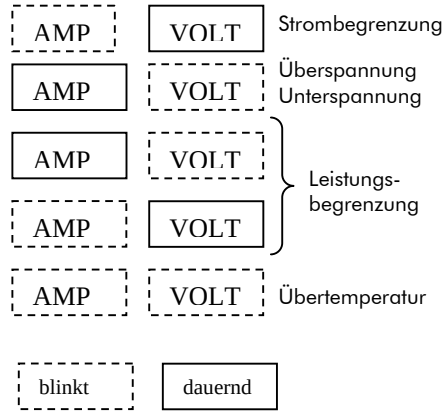
Zum Schutz des Gerätes gegen Überlastung sind umfangreiche Sicherungseinrichtungen eingebaut, die verhindern, dass das Gerät bei falscher Anwendung oder bei Defekt des Prüflings beschädigt wird.
Folgende Sicherungseinrichtungen sind vorhanden:

- **Strombegrenzung**
- **Leistungsbegrenzung**
- **Überspannungsschutz**
- **Übertemperaturschutz**
- **Verpolungsschutz**
- **Unterspannungsanzeige**

Beim Wirksamwerden einer der Sicherungseinrichtungen wird der Zustand durch Blinken der Spannungs- und/oder Stromanzeige signalisiert.

Zusätzlich steht am Analog I/O Stecker ein Statussignal zur Verfügung, das die Überlastung des Gerätes signalisiert. (Genauere Beschreibung im Kapitel Analog I/O Stecker)

Kurzdarstellung der Überlastanzeige



Strombegrenzung

In der Betriebsart Widerstandsbetrieb kann die eingebaute Strombegrenzung wirksam werden.

Die Strombegrenzung wird aktiviert, wenn der Laststrom ca. 110 % des eingestellten Strombereiches erreicht hat.

Das Gerät begrenzt dann den Strom auf den maximal zulässigen Wert und nimmt die Regelung des eingestellten Sollwertes erst wieder auf, wenn sich der Strom im Nennbereich befindet.

Bei Erreichen der Strombegrenzung blinkt die Stromanzeige.

Leistungsbegrenzung

Zum Schutz der eingebauten Leistungsstufe überwacht die Leistungsbegrenzung dauernd die aufgenommene Leistung und begrenzt den Laststrom auf den zulässigen Wert.
Dieser Wert ist abhängig von der Temperatur der Leistungsstufe.

Bei kalter Leistungsstufe (Kühlkörpertemperatur <21°C) lässt die Leistungsbegrenzung eine kurzzeitige Überlast zu, diese ist Typenabhängig.
Sehen Sie dazu die techn. Daten Seite 2

Mit zunehmender Temperatur sinkt die Belastbarkeit bis zur Nennbelastbarkeit, die bei 21°C dauernd aufgenommen werden kann.
Wird die zulässige Leistung überschritten, so blinken die Spannungs- und Stromanzeige abwechselnd.

Das Gerät verringert in diesem Zustand die Stromaufnahme soweit, dass die gerade zulässige Leistung nicht überschritten wird.

Überspannungsschutz

Das Gerät ist gegen Überspannung bis 20% über den Nennspannungsbereich geschützt.
Bei Erreichen der maximal zulässigen Eingangsspannung signalisiert das Gerät, die Überspannung durch Blinken der Spannungsanzeige.

Höhere Energie oder eine dauernde Überspannung können das Gerät zer-stören.

Übertemperaturschutz

Zum Schutz der eingebauten Leistungshalbleiter ist auf jedem Kühlprofil ein Halbleitertemperatursensor eingebaut, der laufend die Temperatur misst.

Überschreitet die Temperatur den zulässigen Maximalwert von 120°C, so wird der Strom abgeschaltet.

Dieser Zustand wird durch gleichzeitiges Blinken der Strom- und Spannungsanzeige signalisiert.

Nach Abkühlen der Leistungsstufen wird der Strom wieder eingeschaltet.

Verpolschutz

Der Eingang ist gegen Verpolung der Anschlussklemmen geschützt.
Die Eingangsspannung wird in diesem Fall durch eine Diodenfunktion kurzgeschlossen.
Der dabei resultierende Kurzschlussstrom darf den maximal

zulässigen Dauer-strom des Gerätes nicht überschreiten.

Höhere Kurzschlussströme können das Gerät zerstören.

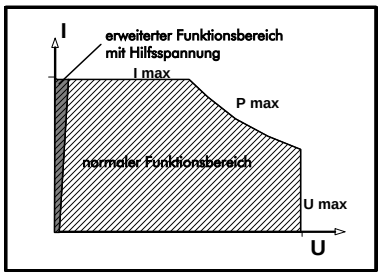
Die Sense-Anschlüsse (bei Geräten bis zu einer Nennspannung von 120 V vorhanden) sind verpolgeschützt. Bei Verpolung erfolgt eine negative Spannungsanzeige.

Unterspannungsanzeige

Eine Unterspannungsanzeige erfolgt, wenn die Eingangsspannung des Gerätes zu klein ist, um die eingestellte Belastung aufrechtzuerhalten.
Es blinkt dabei die Spannungsanzeige.

10 Belastung bis zum Kurzschluss

Bei den Geräten mit Sense-Anschlüssen (bis 120 V) kann mit Hilfe einer externen Stromversorgung eine Belastung von Spannungsquellen bis zum völligen Kurzschluss erfolgen.



Die externe Stromversorgung wird dazu verwendet, die Mindestspannung der Last auszugleichen.

Die Stromversorgung muss in der Lage sein, den Maximalstrom der Last (oder zumindest den Strom, der maximal eingestellt wird) zu liefern.

Die Ausgangsspannung braucht nur so hoch zu sein, um die Mindestspannung der Last (also ca. 2V) auszugleichen.

Die Ausgangspannung der zusätzlichen Stromversorgung darf nicht zu hoch sein, da die Last das Produkt aus Spannung und eingestelltem Strom als zusätzliche Verlustleistung aufnehmen muss.

Zu beachten ist dabei, dass die Last diese Hilfsspannung für die Schutzfunktionen nicht erfasst und die damit verbundene Leistungserhöhung nicht erkennt.

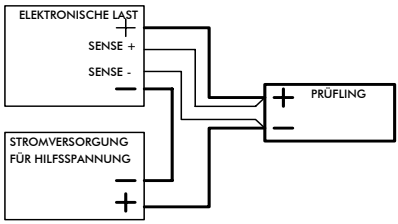
Bei Verwendung einer Hilfsspannung für Belastungen bis zum Kurzschluss darf die Maximalleistung des Gerätes nicht überschritten werden.

Die Gesamtleistung errechnet sich aus

$$P_{gesamt} = (U_{Prüfling} + U_{Hilf}) \cdot I$$

Dadurch eignet sich das Gerät zur Kennlinienaufnahme von Strombegrenzungskurven bis zum völligen Kurzschluss.

Die Verschaltung des Gerätes muss folgendermaßen vorgenommen werden:



Prüfling und Hilfsstromversorgung werden in Serie geschaltet. Die Senseleitungen werden über die Hilfsstromversorgung hinweg an den Ausgang des Prüflings gelegt.

Als Betriebsart ist die **Batterieprüffunktion** zu aktivieren.
(Siehe Batterieprüfung)

Das Potentiometer für SETTING A (Entladeschlussspannung) ist dazu auf Null zu stellen, um den Betrieb bis zum Kurzschluss zu ermöglichen.
Die Belastung wird mit Potentiometer SETTING B eingestellt.

Die Entladeschlussspannungsfunktion des Gerätes verhindert, dass am Prüfling eine Spannungsumkehr stattfindet.

Bei Erreichen von Null Volt wird der Strom auf den Kurzschlussstrom reduziert, so dass die Spannung geregelt wird. Eine weitere Erhöhung der Stromeinstellung bewirkt im Kurzschlussfall keine Steigerung des Laststromes.

Messen von U-I Kennlinien

Wird der Laststrom höher gedreht als der Kurzschlussstrom, so können durch Variieren der Entladeschlussspannung am Potentiometer „SETTING A" verschiedene Spannungspunkte eingestellt werden und der dazu gehörige Laststrom wird im Amperemeter angezeigt.

Auf diese Weise ist es möglich, auch die Betriebsart „Konstant-Spannung" zu nachzubilden.

Bei Widerstandsbetrieb kann nicht bis zum völligen Kurzschluss belastet werden, da eine Widerstandseinstellung bis herunter zu 0 Ω nicht möglich ist.

Wenn die Sense-Klemmen angeschlossen werden, so wird der Kurzschluss bis an die Stelle geregelt, an der die Sense-Klemmen mit den Ausgangsklemmen des Prüflings verbunden sind.

Das heißt, auch der Widerstand der Lastkabel wird bei der Regelung berücksichtigt und mit ausgeregelt.

Dazu können die Lastklemmen sogar leicht negativ werden, um den Spannungsverlust auf den Lastkabeln wieder auszugleichen.

Damit kann auch über längere Kabel hinweg am Prüfling ein echter Kurzschluss eingestellt werden, was allein durch Leistungsschalter nicht möglich ist.

11 19"- Einbau

Zur Montage der Geräte im 19" Schrank sind verschiedene Montagesätze verfügbar.

Ein Gerät mit ½ 19" Breite (PL5XX)

Um ein Gerät mit ½ 19" in einen 19"-Schrank einzubauen, muss es mit dem Einbausatz ESPL05-1 auf ganz 19" verbreitert werden.

Der Einbausatz wird folgendermaßen montiert:

1. Bestimmen Sie, ob das Gerät links oder recht im Schrank sitzen soll.
2. Entfernen Sie die Gerätefüße.
3. Entfernen Sie auf der Seite, wo die Verbreiterung montiert wird, die vorderen und hinteren Schrauben des Deckels.
4. Montieren Sie die Verbreiterung mit diesen Schrauben.
5. Befestigen Sie den beiliegenden Einbauwinkel mit Griff an der Verbreiterung.
6. Entfernen Sie auf der anderen Seite des Gerätes die vorderen Schrauben des Deckels.
7. Montieren Sie mit diesen Schrauben den zweiten Einbauwinkel.

Zwei Geräte mit je ½ 19" Breite (2 Stück. PL5XX)

Um zwei Geräte mit je ½ 19" in einen 19"- Schrank einzubauen, müssen die beiden Geräte mit dem Einbausatz ESPL05-2 zusammenmontiert werden.

Das geschieht folgendermaßen:

1. Entfernen Sie von beiden Geräten die Gerätefüße.
2. Schrauben Sie die Verbindungsplatte mit den beiliegenden Senkkopfschrauben M4 x 6mm aneinander.
3. Entfernen Sie bei den Geräten jeweils die vorderen Schrauben des Deckels.
4. Montieren Sie mit diesen Schrauben links und rechts jeweils einen Einbauwinkel.

Gerät mit 19" Breite (PL10XX oder PL15XX)

Zur Montage eines Gerätes mit 19" Breite wird der Einbausatz ES PL2 benötigt.

Die Montage geschieht folgendermaßen:

1. Entfernen bei den Geräten jeweils die vorderen Schrauben des Deckels.
2. Montieren Sie mit diesen Schrauben links und rechts jeweils einen Einbauwinkel.

12 Problembehebung

12.1 Stabilitätsprobleme

Beim Prüfen von Stromversorgungen oder sonstigen Schaltungen, die über einen Regelkreis eine Ausgangsgröße stabilisieren, werden beim Anschluss der elektronischen Last **zwei** Regler miteinander verbunden.
Unter bestimmten Bedingungen, nämlich dann, wenn im Gesamtsystem eine Phasenverschiebung größer als 180° auftritt und die Verstärkung größer 1 ist, ist die Schwingungsbedingung erfüllt und das System fängt an zu oszillieren.

Dieser Zustand ist kein Mangel der elektronischen Last sondern ein ganz normaler Zustand, der jedoch für Prüfungen unerwünscht ist.

Dieser Zustand kann dadurch unterbrochen werden, indem die Voraussetzungen für die Schwingungsbedingung unterbrochen werden.

In der Praxis kann parallel zum Lasteingang ein Kondensator geschaltet werden.

Manchmal bewirkt bereits ein kleiner MKT- Kondensator von ca. 1μF eine Stabilisierung.

Bei Belastung von Spannungsquellen mit induktiven Innenwiderstand (z.B. Trafos mit Gleichrichter ohne Glättung) kann es ebenfalls zu Stabilitätsproblemen kommen, da eine Induktivität selbst stromeinprägend wirkt.
Da sich der Strom als Regelgröße jedoch nur von einem Element einstellen lässt (Last oder Induktivität) können Unstabilitäten auftreten.

12.2 Einkopplungen durch stromführende Leitungen

Speziell im Widerstandsbetrieb besteht die Gefahr, dass bei Verwendung der Sense-Leitungen eine Einkopplung der stromführenden Lastkabel auf die Spannungsmessung des Gerätes erfolgt.

Da im Widerstandsbetrieb die genaue Erfassung der Spannung am Prüfling als Einstellgröße für den Strom verwendet wird, kann durch magnetische Kopplung in die Senseleitungen eine Mitkopplung auftreten, die das System instabil macht.

Als erste Maßnahme ist die Verringerung der Einkopplung vorzunehmen.

Das heißt:
Weg mit den Sense- Leitungen von den stromführenden Lastleitungen (natürlich auch weg von allen anderen stromführenden Kabeln, Netzleitungen etc.)
Am besten die Senseleitungen miteinander verdrillen, da sich dann die magnetisch induzierte Spannung wieder aufhebt.

Nie die Senseleitungen mit den stromführenden Leitungen verdrillen!

Am besten auch die stromführenden Leitungen miteinander verdrillen oder zumindest parallel verlegen damit sich die Magnetfelder wenigstens teilweise kompensieren.

Und natürlich:
Alle Leitungen so kurz wie möglich halten.
Helfen diese Maßnahmen nicht, so kann an den Senseleitungen am Ort des Analog I/O Steckers ein Abblockkondensator angebracht werden. Größe durch Versuch bestimmen.

12.3 Verzerrter Stromanstieg im dynamischen Betrieb

Zum Erreichen des bestmöglichen Stromanstieges im dynamischen Betrieb müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein:

a) der dynamische Innenwiderstand der Spannungsquelle muss sehr gering sein. Die Last kann im Moment der schnellstmöglichen Stromänderung nicht noch zusätzlich auf Änderungen der Spannungsquelle reagieren.
b) Der Widerstand der Zuleitungen muss sehr gering sein. (Gleicher Grund wie unter a)
c) Die Zuleitungen müssen induktionsfrei sein. Induktive Zuleitungen (jedes Kabel hat eine induktive Komponente) ergeben zusammen mit dem ohm´schen Widerstand eine Begrenzung der maximal möglichen Stromanstiegsgeschwindigkeit. Die Last kann keinen schnellen Stromanstieg erreichen, wenn die Anschlusskabel die Geschwindigkeit begrenzen. Ausserdem wirken die Zuleitungen als Energiespeicher (Selbstinduktion) und liefern bei Entlastung Strom in Last und Prüfling zurück.

12.4 Messen der Stromanstiegsgeschwindigkeit

Die Messung der Anstiegszeiten darf nur mit einer Stromzange von ausreichender Geschwindigkeit erfolgen.
(z.B. Tektronix Current Measurement)

Die Strommessung über Messshunts ergibt meist falsche Ergebnisse, da die meisten Messshunts nicht induktionsfrei sind.

Es ergeben sich bei derartigen Messungen zwangsläufig langsamere Anstiegsgeschwindigkeiten mit erheblichem Überschwingen.

12.5 Verzerrte Analog-Messsignale

Speziell beim Prüfen von getakteten Stromversorgungen kann es vorkommen, dass die Messsignale am Analog I/O Stecker für Spannung, Strom etc. verzerrt sind.
Die Ursache dazu ist im Aufbau des Messkreises zu suchen.

Getaktete Stromversorgungen haben Filter im Ausgangskreis, unter anderem sogenannte Y-Kondensatoren, die vom Ausgang zur Schutzerde des Gerätes geschaltet sind.

Auch die elektronische Last und andere Messgeräte haben aus EMV-Gründen Filter eingebaut.

Durch die Common Mode Störspannung (Spannung, die beide Ausgangsanschlüsse der Stromversorgung gegenüber der Schutzerde aufweisen) fließt ein Fehlerstrom durch den Entstörkondensator über die Last oder angeschlossene Messgeräte zurück auf den Lastausgang.

Dieser Störstrom erzeugt meist hochfrequente Überlagerungen an den Messsignalen.

Besonders hohe Störspannungen werden bei dynamischen Prüfungen erzeugt. Abhilfe schafft hier, die elektronische Last und/oder die weiteren angeschlossenen Messgeräte über Trenntransformator mit geringer Koppelungskapazität zu versorgen.

Der Störstromkreis wird damit unterbrochen, und die Qualität der Messsignale wird verbessert.

CE

Declaration of Conformity

This declaration is valid for following product:

Equipment: **Electronic Load**

Type: **Series PL**

Hereby the equipment is confirmed to comply with the requirements set out in the Council Directive on the Approximation of the Laws of the Member States relating to Electromagnetic Compatibility (2004/108/EEC) and the Council Directive relating to Low Voltage 73/23/EEC, 2006/95/EEC.

The following company is responsible for this declaration.

Höcherl & Hackl GmbH
Industriestraße 13
94357 Konzell

The measurements were carried out in accredited laboratories.

For the evaluation of above mentioned Council Directives for Electromagnetic Compatibility and for Low Voltage following standards were consulted:

DIN EN 61326-1

DIN EN 61000-3-2
DIN EN 61000-3-3

DIN EN 61010-1

Konzell, 22.09.2008
Place, Date

Signature of responsible Persons

Schulz Electronic
Professional Power Supplies
Schulz-Electronic GmbH
Dr.-Rudolf-Eberle-Straße 2
D-76534 Baden-Baden
Fon +49.7223.9636.30
Fax +49.7223.9636.90
vertrieb@schulz-electronic.de
www.schulz-electronic.de